

ポピュラーサイエンス

抹茶の泡立ち特性

寺田 雅子

武庫川女子大学家政学部

〒663 西宮市池間町 6-46

(1990年10月15日 受理)

Foaming Properties of
Ground Tea Suspension

Masako TERADA

Mukogawa women's univ.

6-46, Ikebirakicho, Nishinomiya, Hyogo 663

(Received October 15, 1990)

抹茶は、なぜ泡立つのだろうか。抹茶の成分と、抹茶を点(た)てる所作や道具の点から、解説してみよう。

抹茶には起泡成分として茶葉サポニン、泡沫修飾成分としてペクチンが存在する。良好な泡沫を形成するためには、これらを適当な割合に溶出させることが大切な条件である。

また、茶筌さばきも重要であり、したがって泡立て中の抹茶懸濁液の動きとを追跡して、泡沫の形成状態との関連性について述べた。さらに、泡沫の性状が茶筌の構造に依存していることにもふれてみた。

1. はじめに

泡(アフ)はうたかたであり、はかないもののたとえでもある。抹茶を点(た)てて泡を味わう、そこには無常感の漂う日本人の美意識が感じとれるのである。

さて、アフとは液体あるいは固体の中に気体が分散した状態のものである。例えば固体の膜が気体をへだてているカステラ、液体の膜が気体をへだてているビールの泡などがそうである。一般に薄い膜にかこまれた気体粒子の単位を気泡といい、その気泡が集合して互いに、固体あるいは液体の薄い膜でへだてられている状態を泡沫というが、これらをアフと表現する場合も多い。

抹茶(この場合は泡茶)は液体の薄い膜でへだてられている泡沫である。したがって、おいしい泡茶を得るためには、抹茶懸濁液中に気体をいかに分散させればよいか、起泡物質や分散手段などの点から検討を加えなければならない。

泡茶の場合、気体の分散を「泡立ち」と言いかえることが出来る。そして、泡立ちには泡立ち易さ(起泡性)と泡の安定性の両要素が含まれる。そのため、抹茶の泡立ちの解明には、起泡物質すなわち界面活性と、膜を維持するための粘性にも、考察をおよぼす必要がある。

2. 抹茶の泡沫関連成分

2.1 起泡成分

抹茶の起泡物質はサポニンである¹⁾。茶樹には数種の

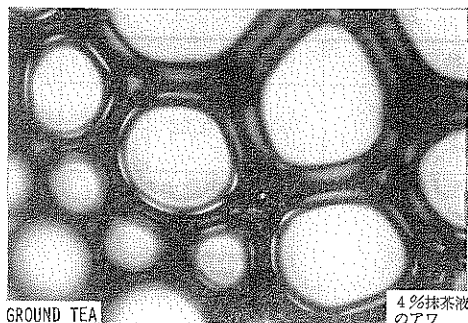


図1 抹茶水抽出液のアフ。

サポニンが存在するが、そのうちでも茶葉に特徴的に含まれるサポニン群である²⁾。

いま、抹茶の水抽出液を水で一昼夜透析し、その後、泡立ててみると、透析前に較べて起泡度は著しく低下する³⁾。これは水溶性の茶葉サポニンのかなりの量が、透析除去されたからである。

サポニンの起泡性に関して山野氏は、サポニン水溶液の濃度が0.1%に至るまでは起泡度が急激に増加し、それ以上の濃度では一定になり、泡沫の安定性は濃度の増加と共に増すと報告している⁴⁾。

しかし、ふだん抹茶を点てる時、抹茶懸濁液(抹茶濃度4%、湯温70℃)中に溶出するサポニンは、推定、0.005%程度にすぎない。実際に0.005%サポニン水溶液を調製して、70mlを茶筌で30秒間泡立ててみると、軽くて崩壊しやすい泡沫が形成される。その泡沫を光学顕微鏡にて観察すると、アフとアフとの間に空間が多く存在し、検鏡中にもアフは次々と消えていった。低濃度のサポニン水溶液が形成する泡沫は、かなり不安定なものである。

一方、抹茶抽出液(抹茶懸濁液を遠心分離して上清を集めた液)を同様に泡立てて観察したのが図1である。アフの集合状態をみると、隣り合うアフ同志の液膜が密に接している。3つのアフが接しているプラトー部分をみても、膜の平面部分からプラトー部分に向けての液の流動が抑制されているようで、比較的安定している。

では、同程度のサポニン濃度でありながら、0.005%サポニン水溶液と、抹茶抽出液とでは、どうしてこのような泡沫の性状が異なるのだろうか。

2.2 泡沫を安定化する成分

抹茶は言うまでもなく植物の1部の組織を磨砕したものである。そこには組織構成物質としてセルロース、ヘミセルロース、ペクチン等各種の多糖類が存在する。そして、多糖類にはエマルジョン安定効果が認められるとの報告もある⁵⁾。すると、水溶性ペクチンの存在がアフの安定性に影響を与えることもあり得るのではないだろうか。このような仮説のもとに、モデル系等による組み合わせ実験を試みたのである。

はたして、抹茶懸濁液中にペクチンはどの程度溶出されているのであろうか。抹茶抽出液にエタノールを加えて生じた沈殿を集めて定量し、粗ペクチン量を求めた(表1)。夾雑物を含む粗ペクチンではあるが、浸出時の水温の上昇と共に溶出量は増加している。通常、抹茶を点てる際の適温は70℃であるからその折の抹茶懸濁液中には、0.3%前後のペクチンが溶出していると思われる。

表 1 抹茶懸濁液中の溶出粗ペクチン

抽出温度	0°C	30°C	70°C	100°C
粗ペクチン (乾物量) g	0.18	0.22	0.29	0.39

抹茶 4g を 100 ml の水に懸濁する。

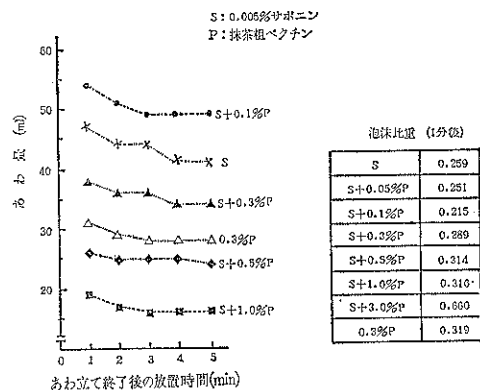


図 2 0.005% サポニン溶液のあわ立ちに及ぼす抹茶粗ペクチンの影響。

る。

組み合わせ実験においては、0.005% サポニン水溶液に抹茶粗ペクチンを順次濃度を変えて添加し、各々の試料 70 ml を 70°C で 30 秒間泡立てて泡沫の状態を検討した (図 2)。

粗ペクチンの添加量が 0.3% を越えると、起泡度は明らかに低下する。また、各々を泡立て終了後放置して、泡沫の減少を測って泡沫安定性を比較すると、粗ペクチンの添加に依り、わずかながら差を生じている。放置 5 分間の泡沫減少量は、サポニン水溶液のみが 12 ml、粗ペクチンを 0.1% 添加した場合が 10 ml、0.3% 以上の添加ではそれぞれ 7, 4, 5 ml であり、粗ペクチンを添加することによって泡沫の安定性が増している。

この場合、泡沫の質 (性状) はどうであろうか。私は多くの試行錯誤をくり返した結果、限られた範囲内ではあるが、泡沫の性状と泡沫比重とが関連しているのに気づいた (図 2 右)。0.005% サポニン水溶液に 0.3% 粗ペクチンを添加した液を泡立てると、きめのこまかい泡沫が得られ、泡沫比重は平均 0.289 を示した。抹茶抽出液を泡立てると、泡沫比重は概ね 0.26~0.30 を示す。抹茶抽出液のサポニン、ペクチン濃度とモデル実験溶液のそれら濃度が近い値であることを考えあわせると、この結果はよく符号している。

茶道では「結構なお点前」と言って、上手に点った茶を愛 (め) であるが、これは点茶の経験を積むことによって、成分の溶出具合にいたるまで自然に会得していることのあらわれであろう。

もう一度図 2 に注目してみよう。実はサポニンが存在しなくても抹茶粗ペクチンのみの溶液で、起泡性が認められるのである。この疑問を解くために、各試料の表面張力を測定した (図 3)。

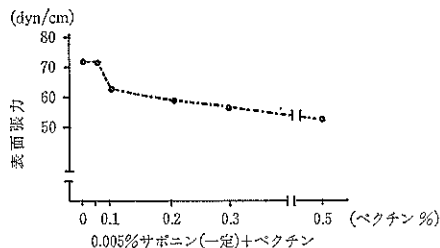


図 3 ペクチンの添加による表面張力の変化。(24°C, 水=72.3 dyn/cm)

サポニン水溶液に対して、ペクチンの濃度を増していくと表面張力が低下する。したがって、ペクチン濃度が増すにつれて起泡度が上昇するはずだが、実際はそうでない。粘度も上昇するので、泡立て操作時に抵抗が大きくなって、液の流動性が低下し、逆に気体の分散 (泡沫形成) を抑制する方向へむくのであろう。

このように、抹茶の泡沫の量、安定性、質は表面張力と粘度との相互の影響を受けている。卑近な例は他にもある。とろろ芋に卵を混ぜてすり鉢ですった場合、卵白の起泡性ととろろ芋の粘液質とに依り、安定した泡沫が得られるのである。

組み合わせ実験はあくまでもモデル系による傍証にすぎないので、実際に抹茶中のペクチンの量が変わりしたら

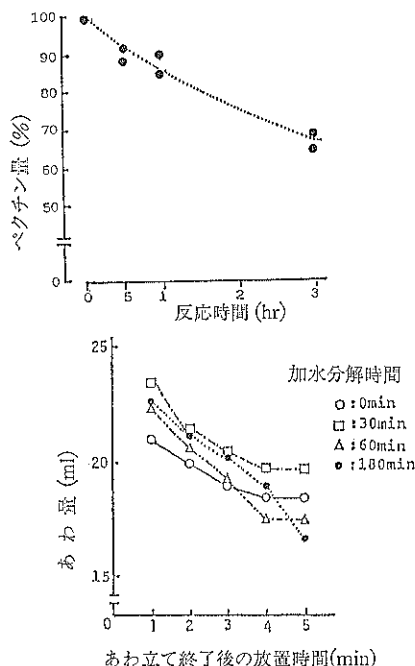


図 4 抹茶の加水分解にともなう起泡性の変化。反応液の組成は、抹茶 0.5g, 0.2 M 酢酸緩衝液 (pH 5.0) 2.5 ml, マセロチーム 2.5 ml である。40°C, 0~180 分反応させた。ペクチンの定量はカルバゾール法に依る。

上: マセロチームによる抹茶ペクチンの分解。

下: マセロチーム作用による抹茶起泡性の変化。

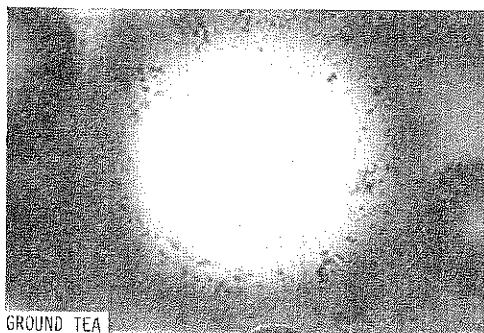


図 5 抹茶の泡 (部分)。

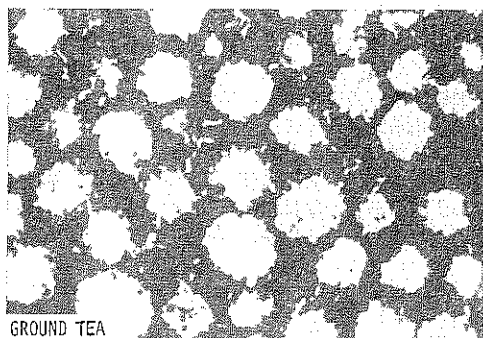


図 6 抹茶の泡 (全体)。

(分解されたら), 泡立ちはどうになるかを検討しておく必要がある。そこで, 抹茶に粗ペクチナーゼ (マセロチーム R-10, ヤクルト社製) を作用させ, ペクチン分解にともなう泡沫の変化を追った。反応条件は梶⁶⁾, 石井⁷⁾らの報告を参考に設定し, 40℃で 0~180 分反応させた。尚, ペクチンの定量はカルパゾール法を用いた。酵素反応が進むにつれて, 抹茶中のペクチンは図 4 上のように減少する。また, 図 4 下に反応時間別試料を泡立てた時の起泡度および安定度を示した。起泡度は加水分解を受けた試料の方が高い値である (泡立て終了 1 分後の値)。しかし, 泡立て終了後 5 分間における泡沫量の変動を比較すると, 加水分解時間の長い試料ほど, 泡沫の減少が顕著である。つまり不安定な泡沫になっているのである。この結果から, 抹茶においては, ペクチンが泡沫の状態に関与していることが明らかである。

抹茶の粉末そのものも, 泡沫の安定性を増すと思われる。抹茶は 5~8 μm のサイズの微粉末であるが, 泡立てると, 微粉末がアワの表面に捕集されて, 表面全体を万遍なく覆う。このような状態の泡沫は寿命が長い (図 5, 図 6)。

3. 泡立て方法の違いが泡沫形成に及ぼす影響

3.1 メモーション分析

泡茶の泡沫形成は, 抹茶の成分や温度に依存するだけではない。泡立てに用いる道具や手の動きに, 大きく左右される。

例えば分液漏斗に抹茶懸濁液を入れて振盪してみる。いかに激しく振盪しても, 出来たアワはまるで鯛の目玉のように大きくて粗い。家庭用ミキサーを使用してみた

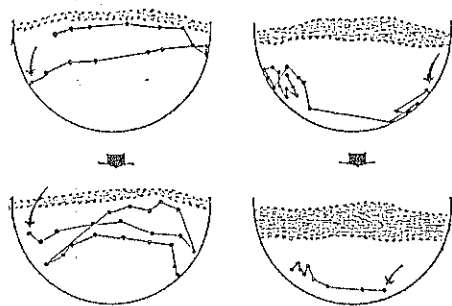


図 7 ハンドミキサーの回転棒数と液の動き。ハンドミキサーを用いて泡立てた時の液の動きを示す。上部の様子は泡, 空白部は液を表す。

左: 回転棒 1 本, 右: 回転棒 2 本。

が, 起泡度が低い。次に料理用ハンドミキサー (泡立て器の形をした回転棒を 1 本, あるいは 2 本組み合わせてミキシングをおこなう器械) を用いて試みた。回転棒を 1 本使用した場合 (液が一定方向に回転する) は起泡度が低い。2 本の回転棒をあたかも歯車がかみ合うかのように作動させると, 起泡度は著しく上昇する。

透明な容器を用意して, 液中に目印を浮かせて, この場合の液の動きを追跡し, メモーション分析をおこなって模式図にあらわした (図 7)。回転棒が 2 本の場合, 液は容器内をぐるぐるまわるだけであるが, 2 本の場合は液がこまかいジグザグ運動をしている。このジグザグ運動によって数多くの衝突が起きて, 泡沫が形成されるのである。

茶筌を使用するとどうであろうか。点茶の作法に準じて茶筌を操作し, その時の液の動きを真下から撮影して分析した (図 8)。茶筌の動きにつれて液は小円を描き, 次々生じる小円は比較的規則性をもって幾重にも重なりつつ, こまかいジグザグ運動となって容器内全域に波及していく。その結果, こまかい良好な泡沫が形成されるのである。

茶筌さばきの他にもう 1 要素, 茶筌自体の構造も無視出来ない。

茶筌は, 外側の穂と内側の穂から成る二重構造をしている。竹を細く割った枝のことを穂という。穂の数が内外それぞれ 32 本から 120 本ぐらいまで, いろいろな茶

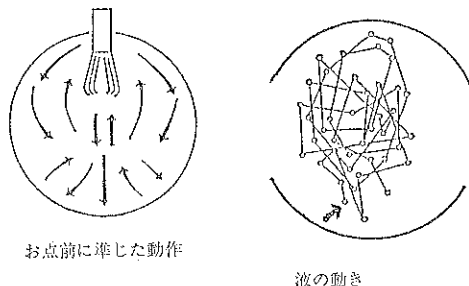


図 8 お点前に準じた茶筌操作と液の動き。

左: お点前に準じた茶筌さばきを略記したもの。

右: 左図の茶筌さばきで泡立てた時の液の動きを示す。

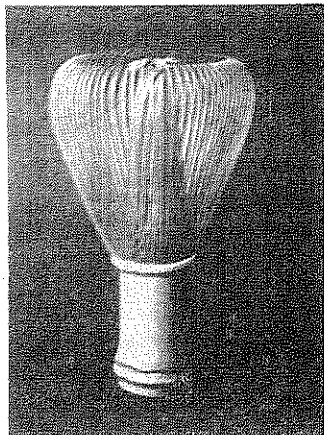


図9 有楽流茶筌（高山茶筌）。

筌がある。穂と穂の間には、内穂、外穂と交互に編み分けるための編み糸がかかっている。図9は有楽流の茶筌であるが、白い編み糸が目につく。

すでに述べたとおり、液の衝突が泡沫を形成するのだが、こまかい泡沫を作るためにはほそい液の流れの束のような状況が適当なのである。そうであれば個々の衝突

もこまかく生じ、空気もこまかく取り込まれていく。

つまり茶筌の場合、穂と穂の間を木綿糸で編むことによってほそいき間を作り出し、一方では二重構造が液の衝突の機会を増やしているのである。

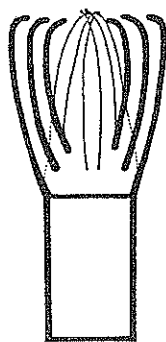
3.2 高山茶筌

奈良県高山町の茶筌師は、一子相伝にてその技術を守ってきた。いわゆる「高山茶筌」であり、その完璧なまでの技術を今に伝えている。表2は代表的な高山茶筌「数穂」80本立の穂の厚さと幅を測定したものであるが、その精巧さに驚かされる。

他方、奈良県橿原市中曽司には珍しい茶筌が伝わっている。余談ながら中曽司は神武天皇の次男すなわち、*中の曾司ゆかりの村であるという。この村は古来より、茶の栽培と飲茶を特別に許可されていた。したがって独自の喫茶風習がある。

中曽司茶筌は二重構造ではないが、穂と穂の間には編み糸をかけて均一なすき間を作り出している。(日本各地の伝統的の地方茶の茶筌で、編み糸のかかっているものは、中曽司茶筌以外ではほとんどない)。さらに穂先の内側を薄く削ってあるため、穂先がカーブを描き、茶碗とのなじみが良い。実際に使ってみると泡立ち量は中程度だが、泡沫のきめは比較的こまかい。私は、この中曽司茶筌がおそらく高山茶筌のルーツであろうと思っている。

標準茶せん枝の寸法 (mm)



外 周		内 周	
厚 さ	幅	厚 さ	幅
0.11	0.54	0.10	0.39
0.11	0.54	0.10	0.41
0.10	0.52	0.10	0.37
0.12	0.55	0.11	0.40
0.11	0.54	0.10	0.38
0.10	0.53	0.10	0.37
0.10	0.54	0.10	0.38
0.11	0.53	0.11	0.37
0.11	0.54	0.10	0.40
0.11	0.51	0.12	0.37
0.12	0.54	0.10	0.36
0.10	0.52	0.10	0.39
0.10	0.54	0.09	0.39
0.10	0.51	0.10	0.39
0.12	0.52	0.11	0.40
0.11	0.54	0.10	0.40
n=16		n=16	n=16
$\bar{x}$ δn	$\bar{x}$ δn	$\bar{x}$ δn	$\bar{x}$ δn
0.10±0.01	0.53±0.01	0.10±0.01	0.39±0.01

表2 茶筌枝(穂)の厚さと幅。

80本立茶筌(銘、数穂)の測定値である。内、外、各々80本の枝のうち5本間隔にピックアップして測定した。測定部位は枝の中央付近である。

* 長男を御(おん)曾子、次男を中(なか)の曾司と呼称。

4. おわりに

抹茶を点てることは、すなわち「茶道」というくらいだから、精神の世界が加味されている。通人から見れば、単に抹茶の泡云々の問題ではないと、一笑に付されそうである。

しかし、誰もがおいしい抹茶を点てられるようにするために、メスを入れることは決して間違っていない。もし、茶筅さばきの精密な動作分析が出来たら、ロボットに動作を記憶させて、ロボットを主（あるじ）に仕立てた「ロボット茶会」が開けるかもしれないと思っている。

おわりに臨み、顕微鏡撮影を御指導下さった滝山一善先生に厚くお礼申し上げます。また、信頼度の高い測定値を得るために、卓越した点茶技術をもって実験を支えて

下さった近藤菜穂子さん、野上喜代さんに感謝いたします。

文 献

- 1) 寺田雅子：武庫川女子大紀要 **31**, 17 (1983).
- 2) 橋爪昭人：農芸化学会誌 **47**, 237 (1973).
- 3) 寺田雅子：武庫川女子大紀要 **30**, 1 (1982).
- 4) 山野善正, 合谷祥一, 中山幸子：農芸化学会誌 **58**, 161 (1984).
- 5) 中村幹雄：油化学 **35**, 554 (1986).
- 6) 梶 明, 田川 清, 山下昌之：農芸化学会誌 **40**, 209 (1966).
- 7) 石井茂孝, 川村 敏, 横塚 保：農芸化学会誌 **44**, 309 (1970).